

日本鉄道建設公団 名古屋支社 正会員 山中傳四郎、鈴木信一

まえがき

近年、市街地の建設工事に伴い発生する環境阻害は各方面で問題となっており、住民の苦情も多く工事の円滑な施工上の障害となっている。なかでも、最も大きく取りあげられるものは一般に基礎杭の施工であって、従来騒音、振動等に対する制約がある場合の杭基礎は場所打杭を用いていたが、最近では既設杭の無騒音、無振動工法が開発されており、当鉄道公団名古屋支社においてもセメントミルク注入工法を採用することになった。

今回、瀬戸線の建設工事に伴って行われた載荷試験について報告する。

1. 試験概要

試験地点は、名古屋市西区に隣接する新川町地内の、瀬戸線・瀬戸市起点24^{km}834^m付近であり、本体構造物の基礎杭を使用して鉛直載荷試験および水平載荷試験を行った。杭種別は次のとおりである。

- ・上杭 φ350 RC 2種B $l=7\text{m}$
- ・下杭 φ350 RC 1種 $l=9\text{m}$
- ・継手構造 溶接

試験地点の地質状態を図-1に示す。

なお、当報告は、支持層がN値50以上の工学的に安定した地質であるので、鉛直支持力上の問題がほとんどないことから、鉛直載荷試験については省略した。

2. 水平載荷試験

セメントミルク注入工法は、あらかじめオーガービットで地盤を掘削、排土を行うことから杭周辺地盤をゆるめる傾向にある。

そこで、杭の支持力の低下の程度を確認するには同一地盤で他の工法との比較をすることが最も確実であるので、打撃工法、プレボーリング併用打撃工法、セメントミルク注入工法の3種類の工法で比較を行った。

試験方法を表-1に示す。

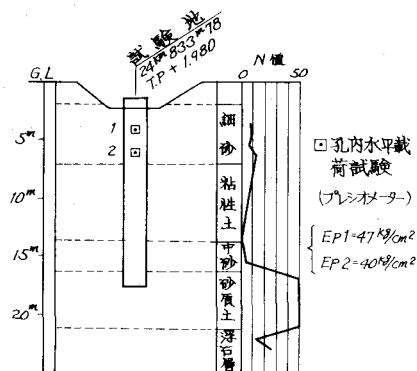


図-1 土質柱状図

3. 水平載荷試験結果

水平載荷試験結果から、 $\log S \sim \log P$ 曲線を図-2に示す。

杭頭部に水平力が作用したときの杭頭変位量は、Changの式で求めることができる。ここでは、載荷試験で得られた水平力Hと杭頭変位量Sの関係から水平地盤反力係数(Kh)を求めた。

この逆算Kh値の一覧表を表-2に示す。

水平載荷試験に先立ち、孔内水平載荷試験を実施しているので変形係数(Eo)から求まる水平地盤反力係数Khcと逆算Kh値との比較を行った。現行の基礎標準から、 $Khc = 0.9 \times \alpha' \cdot \alpha \cdot Eo \cdot B_h^{-\frac{3}{4}}$

表-1 試験方法

項 目	
最大荷重(t)	5.5
サイクル数	6
荷重段階	11
処女荷重保持時間(分)	15
履歴荷重保持時間(分)	5
0荷重保持時間(分)	15

(ただし、 $Bh = \sqrt{E_y \cdot D}$) となっている。

比較表を表-3に示す。

また、今回の試験においてひずみ測定から求めた実測曲げモーメントと、逆算 K_h 値からChangの式によって得られる計算曲げモーメントの比較を図-3に示す。なお、今回の試験では打撃工法の試験杭にはひずみ計を取り付けていない。

ひずみ測定では、ひずみ計を1mピッチでセットしているので細部までは把握できなかったが、曲げモーメントの最大値および最小値の深さとも計算値とは若干の差があった。この問題については、深さ方向の地盤強度の変化等を詳細に評価しなければならないようである。

4. 結論

今回の各種工法による基礎杭の載荷試験の結果、各工法のうち、最も期待できる杭は従来行っている打込み杭であるが、振動、騒音等の環境問題により打撃工法が採用できない場所では埋込み杭に頼らざるを得ない。

そこで、埋込み杭についての比較をすると、プレボーリング併用打撃工法は平均 K_h 値 1.9 kg/cm^3 と、セメントミルク注入工法の平均 K_h 値 2.5 kg/cm^3 に比べ小さい値になっている。また、セメントミルク注入工法の中でも、杭の偏心および杭周辺固定液の強度の変更に よる有意差は見られないことから、施工にあたっては、杭のオーガー孔への挿入や杭周辺固定液の強度に精度を要しないなど施工管理の容易な工法であると言える。

あとがき

従来、セメントミルク注入工法は、建築工事で多く用いられた工法であるが、今回の載荷試験の結果、土木工事においても十分適用できるという結論に至った。ただし、今回の試験は多種類の工法について実施したために、打撃工法等の試験杭は2本という結果になったが、今後、同様な地盤での載荷試験例が数多く集まってくれば、より確実な結論に結びつけられるのではないかと思う。

また、基礎杭の設計にあたって、特に水平抗力で杭本数が決定されるような軟弱地盤の基礎構造については、各種の工法の比較を行って最も有利な工法を選定することが必要であるが、軟弱地盤における基礎杭の支持力については、比較的簡単に行える水平載荷試験をできるだけ実施し、杭本数の節減および設計条件との照合が望まれる。

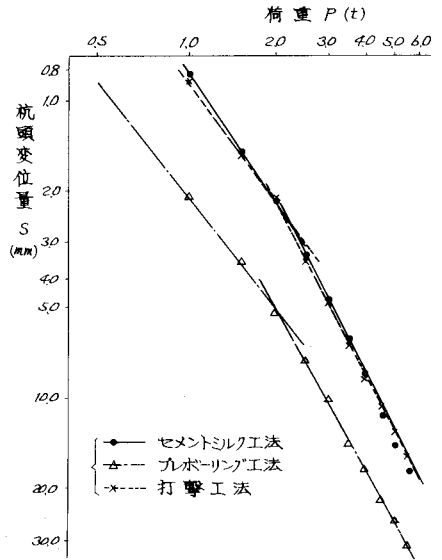


図-2. $\log S \sim \log P$ 曲線 (振打)

表-2 逆算 K_h 値

試験杭	逆算 K_h 値 (kg/cm^3)	ひずみ計の有無	杭周辺固定液の強度 (kg/cm^2)	杭周辺固定液の位置	載荷位置
セメントミルク注入工法	1	3.3	X	5 kg/cm^2	GL+15
	2	3.8	O	5 kg/cm^2	GL+15
	3	1.6	X	5 kg/cm^2	GL+15
	4	2.8	X	5 kg/cm^2	GL+15
	5	1.7	X	15 kg/cm^2	GL+15
	6	1.5	X	15 kg/cm^2	GL+15
プレボーリング工法	7	1.5	O	—	GL+15
	8	2.2	X	—	GL+15
打撃工法	9	10.5	X	—	GL+15
	10	15以上	X	—	GL+15

表-3 水平地盤反力係数の比較

	セメントミルク注入工法	プレボーリング工法
変形係数 (kg/cm^2)	1.72	2.3
水平地盤反力係数 K_h	2.5	1.9
逆算 K_h 値 (平均)	2.5	1.9
K_h / K_{hc}	1.09	0.83

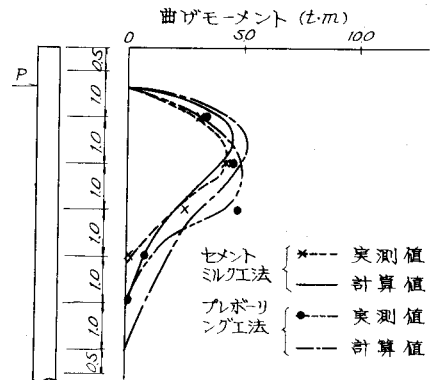


図-3 実測曲げモーメントと計算曲げモーメントの比較